

Hvilke faktorer har betydning for veksten i husholdningenes elektrisitetsforbruk?

Bente Halvorsen og Bodil M. Larsen

Fra politisk hold kommer signaler om at veksten i energiforbruket bør dempes, og at det kan bli aktuelt å øke avgiftene. Spørsmålet er da hvilken effekt slike avgiftsøkninger vil ha på energiforbruket. Med utgangspunkt i data for et utvalg av husholdninger i perioden 1976-93 studerer vi i denne artikkelen hvilke forhold som er av betydning for husholdningenes etterspørsel etter elektrisitet. Husholdningenes elektrisitetsforbruk har økt i gjennomsnitt med om lag 3 prosent pr. år i tyve-års perioden vi har studert. Nær halvparten av denne økningen skyldes at antallet husholdninger har økt. Resten skyldes at gjennomsnittsförbruket pr. husholdning har økt. Resultatene viser at flere faktorer trekker i retning av økt gjennomsnittlig elektrisitetsforbruk pr. husholdning i denne perioden. Blant annet har stadig flere husholdninger tatt i bruk elektriske husholdningsapparater som tørketrommel og oppvaskmaskin, husholdningsinntekten målt i faste kroner har gått opp og boligarealet har økt. Resultatene viser også at en økt elektrisitetsavgift vil gi en relativt stor endring i husholdningenes etterspørsel etter elektrisitet, og at disse endringene vil ramme de fattigste husholdningene tyngst.

Innledning

Husholdningenes elektrisitetsforbruk har økt over tid, blant annet på grunn av inntektsvekst og en sammensetning i husholdningenes konsum som krever økt energiforbruk. For eksempel har boligenes størrelse og andelen av husholdningene som har elektriske husholdningsartikler som oppvaskmaskin og tørketrommel økt betydelig de siste tyve årene. Fra politisk hold er det kommet signaler om at veksten i energiforbruket bør dempes, og at det kan bli aktuelt å øke avgiftene på energibruk.¹ Hvor mye elektrisitetsetterspørselen påvirkes ved en økning i elektrisitetsavgiften vil bl.a. avhenge av sammensetning av elektrisitetsforbruket til ulike formål. Avgifter kan også få uheldige fordelingsmessige konsekvenser.

For å få et innblikk i hvordan slike tiltak vil påvirke husholdningenes etterspørsel etter elektrisitet har vi benyttet data fra bl.a. Statistisk sentralbyrås forbruksundersøkelser for perioden 1976-93. Med utgangspunkt i disse dataene studerer vi hvilke faktorer som har hatt innvirkning på utviklingen i norske husholdningers elektrisitetsforbruk. Datamaterialet inneholder informasjon om en husholdnings forbruk av energivarer og andre varer, prisinformasjon for disse varene, samt inntekt og andre karakteristika ved husholdningen. Dette gjør at vi kan foreta grundige empiriske analyser av husholdningenes energiforbruk. Det vil imidlertid alltid være en viss usikkerhet knyttet til slike

empiriske analyser, og resultatene våre må derfor tolkes med varsomhet. Usikkerheten kan blant annet skyldes at dataene ikke er representative, valg av analysemetode og spesifisering av økonometrisk modell. Vårt datamateriale består for eksempel av et utvalg av husholdningene, men utvalget er såpass stort at hovedtrekkene i analysen antas å være rimelig robuste.

Hovedfokus i artikkelen er en studie av fleksibiliteten i husholdningenes etterspørsel etter elektrisitet, dvs. mulighetene for å tilpasse elektrisitetsforbruket når priser, inntekt eller andre faktorer som er av betydning for energietterspørselen endrer seg. Artikkelen baserer seg på Halvorsen, Larsen og Nesbakken (1999) og Halvorsen og Larsen (1999). Ved studier av fleksibilitet er det flere forhold som er viktige å ta hensyn til. For det første er ikke husholdningene en ensartet gruppe, og ulike typer husholdninger kan ha svært forskjellig etterspørsel etter elektrisitet. For eksempel er det rimelig å anta at en småbarnsfamilie i blokk vil ha et annet forbruksmønster enn en minstepensjonist i enebolig. Det å basere seg utelukkende på analyser av aggregerte data innebærer dermed en risiko for å miste viktig informasjon om variasjon i adferd mellom ulike typer av husholdninger. Ved å analysere på data for den enkelte husholdning (mikrodata) er det mulig å gi anslag på betydningen av ulikheter i energiforbruket. Energi er et middel for å tilveiebringe tjenester som varme, kjøling, frysing og belysning. Endringer i husholdningens beholdning av energiforbrukende utstyr har derfor stor innflytelse på utviklingen i energiforbruket. I tillegg til husholdningskarakteristika vil endringer i utstyrbeholdningen (økning eller utskifting) avhenge av priser på utstyr og energibærere samt forventninger om fremtidige priser. Et tredje forhold

Bente Halvorsen, forsker ved seksjon for ressurs- og miljøøkonomi. E-post: bente.halvorsen@ssb.no

Bodil M. Larsen, forsker ved seksjon for ressurs- og miljøøkonomi. E-post: bodil.merethe.larsen@ssb.no

1 Se f.eks. avsnitt 4.4.1 i Nasjonalbudsjettet 1999, hvor hovedtrekkene i avgifter på bruk av energi blir skissert.

det er viktig å ta hensyn til i analyser av husholdningenes etterspørsel etter elektrisitet er at husholdningene hittil har blitt avregnet etterskuddsvis en gang i året samlet for alle formål (oppvarming, belysning osv.). Det er dermed uklart for husholdningen hva priser og kostnader for elektrisitetsforbruk faktisk er. Slike forhold må kunne antas å ha betydning for elektrisitetsforbruket, og det er dermed nødvendig å teste hvilke priser som er av betydning for husholdningens energiforbruk.

Vi starter med å gi en oversikt over utviklingen i elektrisitetsforbruket. Deretter presenterer vi resultater fra en økonometrisk analyse av hvilke faktorer som påvirker elektrisitetsforbruket i husholdningene. Til slutt følger en oppsummering og avsluttende kommentarer samt en oversikt over datakildene som er benyttet i analysen.

Utviklingen i husholdningenes elektrisitetsforbruk

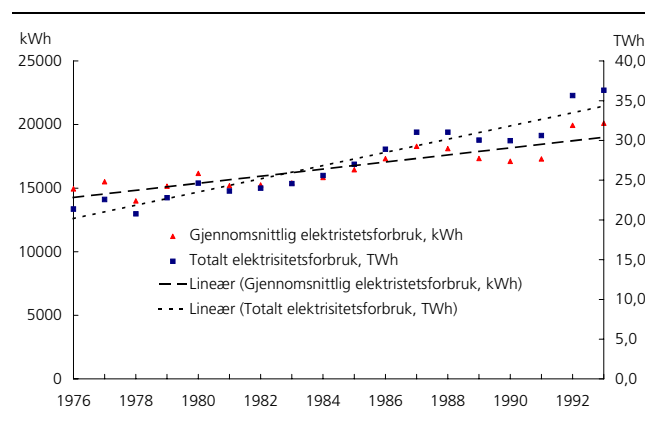
Figur 1 viser utviklingen i totalt elektrisitetsforbruk for alle norske husholdninger (målt i TWh langs høyre akse) og gjennomsnittlig elektrisitetsforbruk pr. husholdning (målt i kWh langs venstre akse) for perioden 1976 til 1993, samt en lineær trendlinje for begge seriene.

Det totale elektrisitetsforbruket er beregnet ved å multiplisere gjennomsnittsförbruket pr. husholdning i utvalget med antallet husholdninger i Norge.² Den beregnede trendveksten i gjennomsnittlig elektrisitetsforbruk pr. husholdning er på 1,7 prosent pr. år i perioden 1976-93. Det beregnede totale elektrisitetsforbruket til norske husholdninger økte med gjennomsnittlig 3,1 prosent pr. år i perioden målt langs trendlinjen.³ Årsaken til at det totale elektrisitetsforbruket øker mer enn gjennomsnittsförbruket pr. husholdning er at antallet husholdninger i Norge har økt med et årlig gjennomsnitt på 1,4 prosent i denne perioden som følge av befolkningsvekst og reduksjon i antall personer i husholdningen. Det vil si at om lag 45 prosent av veksten i det totale elektrisitetsforbruket i husholdningene skyldes at antallet husholdninger har økt, mens de resterende 55 prosent skyldes endringer i faktorer som påvirker de enkelte husholdningenes elektrisitetsforbruk. I neste avsnitt studerer vi nærmere hvilke forhold som påvirker husholdningenes tilpasning.

Hva bestemmer elektrisitetsforbruket i husholdningene?

For å forklare hva som bestemmer en husholdnings elektrisitetsforbruk har vi utført økonometriske analyser basert på dataene beskrevet til slutt i artikkelen. Vi starter dette avsnittet med en kort beskrivelse av hvordan husholdningenes atferd er modellert i denne analysen. Deretter presenterer vi resultatene fra estimeringene. Modellen er estimert for hvert år i perioden 1976-93, men for å lette fremstillingen presenterer vi resultatene fra en analyse basert på en

Figur 1. Beregnet gjennomsnittlig elektrisitetsforbruk pr. husholdning (kWh) og totalt elektrisitetsforbruk i husholdningssektoren (TWh), 1976-93



Kilde: Statistisk sentralbyrå.

sammenstilling av alle dataene. De estimerte koeffisientene kan dermed tolkes som den gjennomsnittlige betydning hver enkelt faktor har for elektrisitetsforbruket over hele perioden. Til slutt ser vi nærmere på hvordan disse forklaringsfaktorene har utviklet seg i perioden 1976-93, for å gi et bilde av hvilken innvirkning de har hatt på utviklingen i elektrisitetsforbruket over tid. For eksempel, dersom økt elektrisitetspris gir redusert elektrisitetsforbruk vil elektrisitetsprisen bidra til å øke forbruket dersom prisen synker over tid, og redusere forbruket dersom prisen øker over tid.

Modell for husholdningenes etterspørsel etter elektrisitet

Forbruk av energi gir ikke husholdningene nytte i seg selv, men brukes sammen med diverse utstyr for å tilveiebringe varer og tjenester som f.eks. varme måltider, rent tøy, varmt vann og høy innetemperatur. I modellen antar vi at husholdningenes nytte avhenger både av varer og tjenester produsert av husholdningen og en rekke andre goder som husholdningen konsumerer direkte. Husholdningens produksjon av en gitt tjeneste er en funksjon av energiforbruket til produksjonen, samt det nødvendige utstyret. Husholdningens beholdning av utstyr avhenger av beholdningen i foregående periode samt investeringer i nytt utstyr.

I modellen forutsetter vi at husholdningene bestemmer forbruket av elektrisitet og den ønskede beholdningen av utstyr på en slik måte at nåverdien av kostnadene forbundet med produksjonen av tjenester blir lavest mulig. Produksjonskostnaden fra dette minimeringsproblemet vil avhenge av prisen på elektrisitet og utstyr, og gir husholdningenes etterspørsel etter elektrisitet og investeringer i utstyr for ulike nivåer på produksjonen. For å finne det ønskede nivået på husholdningsproduksjonen og konsumet av goder som ikke inngår i produksjonen av tjenester, antar vi at husholdningene maksimerer sin nytte gitt husholdningens

2 Antall husholdninger i Norge er hentet fra Statistisk sentralbyrås folke- og boligtellinger.

3 Den prosentvise årlige trendveksten i elektrisitetsforbruket over perioden ligger nær energiregnskapets tall.

Tabell 1. Estimert elektrisitetsforbruk i husholdningene, 1976-93. kWh¹

Variabel	Koeffisient	t-verdi
Konstantledd	-31 212	-8,56
Elektrisitetspris, gjennomsnitt over to år (1994-øre/kWh)	-200	-16,91
Parafinpris (1994-øre/liter)	10	1,76
Fyringsoljepris (1994-øre/liter)	-13	-2,22
Husholdningens årlige pensjongsgivende inntekt (10 000 1994-kr)	79	16,85
Pensjongsgivende inntekt for nyetablerte husholdninger (10 000 1994-kr) ²	-48	-6,89
Pensjongsgivende inntekt for husholdninger med lav inntekt (10 000 1994-kr) ³	3 744	12,81
Predikert kjøp av husholdningsapparater:		
Fryser	-519	-0,87
Kjøleskap	459	0,48
Vaskemaskin	1 174	2,09
Oppvaskmaskin	418	0,76
Komfyr	-2 103	-1,56
Dagens beholdning av husholdningsapparater:		
Fryser	102	0,79
Kjøleskap	571	3,58
Vaskemaskin	1 213	5,77
Oppvaskmaskin	2 706	17,69
Komfyr	885	2,65
Sentralfyr	-4 500	-25,36
Blokk	-2 839	-10,07
Byggeår for bolig	19	10,19
Boligen har bad	2 574	9,39
Netto boligareal (m ²)	50	34,87
En-person-husholdninger	-462	-2,20
Antall husholdningsmedlemmer	714	12,45
Flyttet til nåværende bopel inneværende år	-1 775	-4,80
Fri elektrisitet	-3 347	-4,58
Dummy for tilleggsutvalg	-1 345	-3,15
Temperatur (graddager*100)	9	1,00
Trend	345	9,60
Justert R ²	0,35	

1 En estimator er signifikant på 10 prosent nivå dersom t-verdien overstiger tallverdien av 1,645, dvs. at vi er 90 prosent sikre på at faktoren påvirker forbruket. Estimatoren er signifikant på 5 prosent nivå dersom t-verdien overstiger tallverdien av 1,96.

2 Nyetablerte husholdninger er husholdninger som har flyttet til nåværende bolig i løpet av de siste tre årene, og hvor hovedbidragsyteren til husholdningens inntekt er under 35 år.

3 Husholdninger hvor årlig elektrisitetsutgift overstiger 40 prosent av årlig brutto husholdningsinntekt.

konsummuligheter. En husholdnings konsummuligheter avhenger av husholdningens inntekt, prisen på goder som konsumeres direkte og enhetskostnaden forbundet med husholdningens produksjon av tjenester fra kostnadsminimeringsproblemet. Enhetskostnaden er definert som kostnaden pr. produsert enhet ved produksjon av det ønskede nivået av tjenesten.

Utstyrsbeholdningen er gitt på kort sikt, men elektrisitetsprisen vil i denne modellen kunne påvirke den langsiktige beholdningen via investeringer i nytt utstyr. En endring i elektrisitetsprisen vil dermed kunne gi to ulike effekter på elektrisitetsforbruket; en direkte (kortsiktig) effekt og en indirekte (langsiktig) effekt via investeringer i nye elektriske husholdningsapparater.

Halvorsen og Larsen (1999) gir en nærmere beskrivelse av husholdningenes tilpasning og den økonometriske spesifisering av problemet.

Estimeringsresultater for perioden 1976-93

Estimeringene er gjennomført i to trinn. I første trinn bestemmes kjøp av elektrisk utstyr som en funksjon av blant annet priser på husholdningsapparater og elektrisitet. Elektrisitetsforbruket bestemmes så i annet trinn som en funksjon av de anslåtte verdiene fra første trinn, elektrisitetsprisen samt variable som tar hensyn til kjennetegn ved husholdningen. På den måten er vi i stand til å identifisere både den kortsiktige- og langsiktige effekten av en endring i elektrisitetsprisen på husholdningenes forbruk av elektrisitet. Ulike modellvalg og forklaringsvariable ble testet før vi endte opp med det vi anser som den beste modellen til å forklare elektrisitetsforbruket.

Resultatene fra den økonometriske analysen basert på en sammenstilling av data for hele perioden 1975-94 er vist i tabell 1. Forklaringsvariablene bak elektrisitetsforbruket er vist i første kolonne, den estimerte effekten av de ulike variablene på elektrisitetsforbruket (koeffisientverdiene) er vist i andre kolonne, og t-verdiene (standardisert estimert verdi) er vist i tredje kolonne av tabell 1. Tabellen viser hvordan ulike faktorer påvirker elektrisitetsforbruket, målt som et gjennomsnitt over perioden 1976-93.

Vi ser at elektrisitetsforbruket øker med husholdningsinntekten, med antall husholdningsmedlemmer og med boligarealet, mens det avtar med elektrisitetsprisen og boligens alder. Det siste kan blant annet ha sammenheng med at kapasiteten på det elektriske anlegget er større i nye boliger, og at eldre boliger i større grad er utstyrt med alternativer til elektrisk oppvarming. Det er også av relativt stor betydning for elektrisitetsforbruket om husholdningen har sentralfyr eller ikke, om boligen har bad og om husholdningen bor i blokkleilighet eller ikke. For eksempel reduseres estimert elektrisitetsforbruk ved at en husholdning bor i blokk med om lag 2 800 kWh pr. år sammenlignet med andre husholdninger, alt annet likt. Vi ser også at elektrisitetsforbruket øker med *beholdningen* av elektrisk utstyr, og at denne beholdningen av elektriske apparater har relativt stor betydning for elektrisitetsforbruket. Estimeringsresultatene viser hovedsakelig signifikante effekter med unntak av beholdningen av frysere og kjøp av frysere, kjøleskap, oppvaskmaskin og komfyrer. Videre gir *kjøp* av komfyr og fryser en reduksjon i elektrisitetsforbruket, mens kjøp av andre elektriske husholdningsartikler gir en økning. Årsaken til de negative koeffisientene er at elektriske artikler kan kjøpes enten for å erstatte gammelt utstyr, eller for å øke beholdningen. For mange utstyrtypen har det over tid skjedd tekniske endringer slik at utstyret har blitt mer energieffektivt. Anskaffelse av nytt utstyr påvirker dermed elektrisitetsforbruket både via endret beholdning av utstyr og via mer energieffektivt utstyr. I denne estimeringen har vi ikke nok informasjon til å skille disse effektene fra hverandre. Vi vil imidlertid komme tilbake til hvordan man kan bruke estimeringsresultater for enkeltår til å illustrere utviklingen i elektrisitetsforbruk til ulike husholdningsapparater over tid.

Det finnes enkelte trekk ved utviklingen i elektrisitetsforbruket (vist i figur 1) som skyldes at vi baserer anslagene våre på et utvalg av husholdninger, samt at informasjonen om enkelte sentrale variable ikke er fullstendig. I estimeringene har vi forsøkt å korrigere for slike effekter. For det første har vi ikke informasjon om beholdningen av oppvarmingsutstyr. For å korrigere elektrisitetsforbruket for bruk av elektrisitet til oppvarming har vi inkludert enkelte karakteristika ved boligen, som f.eks. om husholdningen har sentralvarmeanlegg. Langtidseffektene av en endret elektrisitetspris inneholder derfor kun effekter via beholdningen av elektriske husholdningsapparater og ikke effekter via endringer i beholdningen av oppvarmingsutstyr. For det andre har vi korrigert den estimerte inntektseffekten for nyetablerte husholdninger, dvs. husholdninger som har flyttet inn i løpet av de tre siste årene og hvor hovedinntektstaker er under 35 år. Vi har også korrigert inntektseffekten for at noen husholdninger har svært høy budsjettandel til elektrisitet. Årsaken til de høye budsjettandelene er at vi i estimeringene bruker et inntektsbegrep (pensjonsgivende inntekt) som ikke inkluderer pensjoner, barnebidrag, trygd osv. Vi har videre korrigert estimeringene for husholdninger som har flyttet inn i løpet av det siste året. Årsaken er at informasjonen om elektrisitetsutgift er ufullstendig for disse husholdningene. Til slutt har vi korrigert for at forbruksundersøkelsen i enkelte år har trukket ut spesielle tilleggsutvalg av husholdninger.

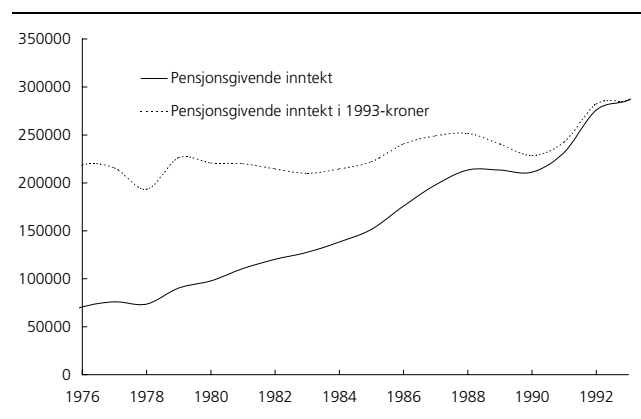
Endring i forklaringsfaktorene over tid

Estimatene i tabell 1 gir den gjennomsnittlige effekten på elektrisitetsforbruket av en faktor over hele perioden. For å få et inntrykk av hvilke faktorer som har påvirket økningen i gjennomsnittsforbruket pr. husholdning over tid må vi i tillegg se på utviklingen i disse forklaringsfaktorene.⁴ Figurene 2 til 6 viser utviklingen i noen av de mest sentrale forklaringsvariablene.

Figur 2 viser utviklingen i gjennomsnittlig pensjonsgivende inntekt for husholdningene i forbruksundersøkelsen fra 1976 til 1993, både målt i nominelle kroner og i 1993-kroner. Vi ser av figuren at husholdningenes inntekt har økt i perioden. Inntekten målt i faste kroner økte med gjennomsnittlig 1,6 prosent pr. år målt langs en lineær trend. Tabell 1 viser at inntekten har en signifikant positiv effekt på elektrisitetsforbruket. Dette vil dermed samlet trekke i retning av økt elektrisitetsforbruk pr. husholdning i perioden vi studerer.

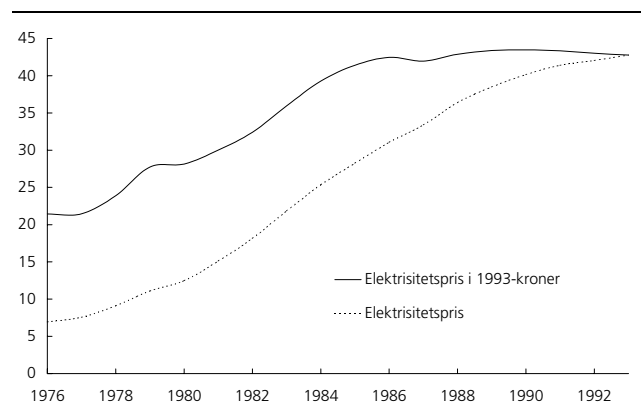
I figur 3 viser vi utviklingen i prisen på elektrisitet for perioden 1976 – 1993, både nominelt og i 1993-kroner. Både den nominelle og faste prisen har steget i perioden. Elektrisitetsprisen målt i faste kroner har sterk negativ signifikant effekt på elektrisitetsforbruket (se tabell 1), noe som betyr at utviklingen i elektrisitetsprisen trekker i retning av redusert elektrisitetsforbruk.

Figur 2. Utviklingen i gjennomsnittlig pensjonsgivende inntekt for husholdningene, 1976-93. Kroner



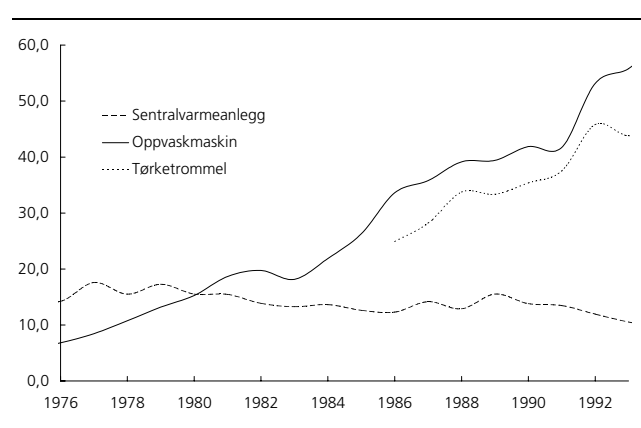
Kilde: Statistisk sentralbyrå.

Figur 3. Utviklingen i gjennomsnittlig elektrisitetspris (2 års gjennomsnitt), 1976-93. Øre pr. kWh



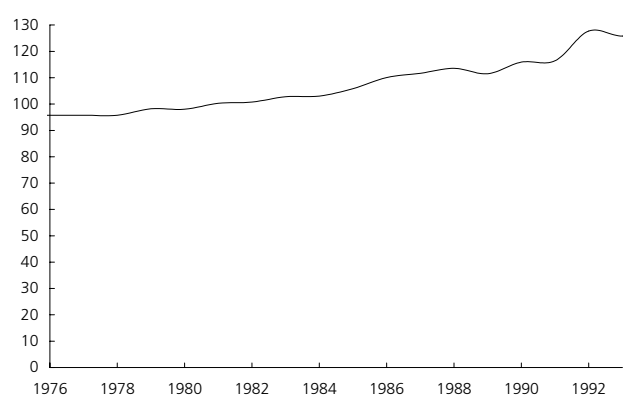
Kilde: Norges Energiverkforbund og Norges vassdrags- og energidirektorat.

Figur 4. Andel av husholdningene som eier tørketrommel, oppvaskmaskin eller sentralvarmeanlegg, 1976-93. Prosent



Kilde: Statistisk sentralbyrå.

4 I neste kapittel kommer vi nærmere inn på de ulike faktorenes betydning for elektrisitetsforbruket over tid.

Figur 5. Utviklingen i gjennomsnittlig nettoareal for boligen, 1976-93. m²

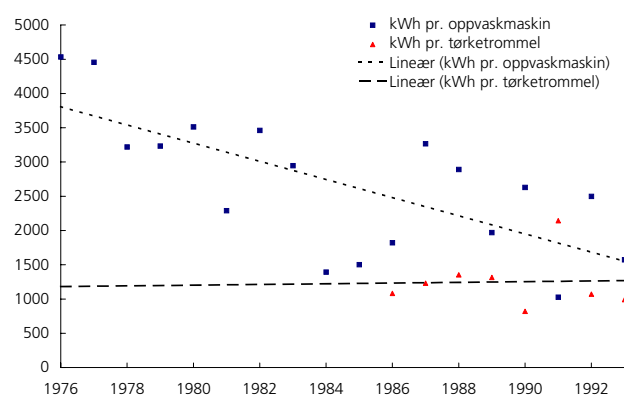
Kilde: Statistisk sentralbyrå.

Figur 4 viser andelen av husholdningene i utvalget med henholdsvis sentralvarmeanlegg, oppvaskmaskin og tørketrommel. Andelen av husholdningene som eier komfyr, kjøleskap, fryser eller vaskemaskin har endret seg svært lite i denne perioden, og vil dermed ha mindre innflytelse på utviklingen i elektrisitetsforbruket. Vi har derfor valgt ikke å presentere dem her (se Halvorsen m.fl. 1999 for utviklingen i andre elektriske husholdningsapparater). Vi ser av figur 4 at andelen av husholdningene med oppvaskmaskin eller tørketrommel har økt gjennom hele perioden (i gjennomsnitt 16,7 prosent pr. år siden 1976 for oppvaskmaskin og 9 prosent pr. år siden 1986 for tørketrommel), mens andelen med sentralfyr er redusert (i gjennomsnitt -1,9 prosent pr. år). Siden koeffisientene for beholdningen av husholdningsapparater er positive og koeffisienten for hvorvidt husholdningen har sentralfyr er negativ, bidrar dette til en økning i gjennomsnittlig elektrisitetsforbruk pr. husholdning.

Også egenskaper ved boligen har betydning for utviklingen i husholdningenes elektrisitetsforbruk. Figur 5 viser gjennomsnittlig netto boligareal for husholdningene i forbruksundersøkelsen for perioden 1976 – 1993. Som vi ser av figuren har boligarealet økt i perioden. Siden elektrisitetsforbruket øker med boligarealet, har også dette trukket i retning av økt elektrisitetsforbruk over tid.

Årgangseffekter

Estimeringsresultatene vist i tabell 1 forutsetter at effekten på husholdningenes elektrisitetsforbruk av en gitt forklaringsvariabel er konstant over hele perioden, med unntak av en felles tidstrend. Det er imidlertid grunn til å tro at denne forutsetningen ikke vil være tilfredsstillende for alle variablene. Dersom for eksempel inntekt og priser har innvirkning på husholdningenes investeringer i elektriske husholdningsapparater, og prisene og inntekten endres over tid, vil beholdningen av utstyr variere alt annet likt. Dette vil føre til at elektrisitetsforbruket til ulike formål varierer over tid, fordi de fleste elektriske husholdningsapparater oppfattes som varige konsumgoder og husholdningene vil ikke justere beholdningen av dette utstyret kontinuerlig. Endringen i koeff-

Figur 6. Beregnet elektrisitetsforbruk pr. husholdningsapparat pr. år, 1976-93. kWh

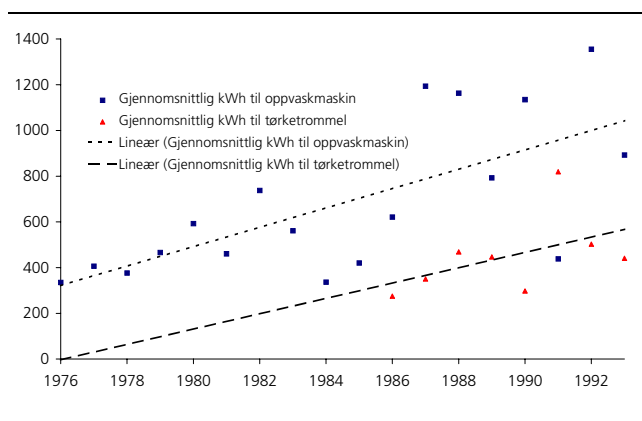
Kilde: Statistisk sentralbyrå.

fisientene over tid som en følge av slike forhold har vi kalt *årgangseffekter*.

Vårt datamateriale består av årlige tverrsnitt av norske husholdninger for perioden 1975 til 1994. For å gi en bedre beskrivelse av utviklingen i elektrisitetsforbruket, og for å teste om koeffisientene er konstante, har vi estimert en tilsvarende modell som i tabell 1 for hvert enkelt år i perioden. I de neste to avsnittene skal vi beskrive hvordan disse årgangseffektene ser ut. Vi fokuserer på effektene via beholdningen av oppvaskmaskiner og tørketromler samt pris- og inntektselastisiteter.

Utvikling i elektrisitetsforbruk til oppvaskmaskiner og tørketromler

De estimerte koeffisientene for beholdningen av husholdningsapparater kan tolkes som differansen i elektrisitetsforbruk (målt i kWh) mellom husholdninger som har og som ikke har slike apparater. I den perioden vi studerer har det ikke skjedd store endringer når det gjelder andelen av husholdningene som eier komfyr, kjøleskap, fryser og vaskemaskin. Allerede på begynnelsen av 1970-tallet var slike husholdningsapparater vanlig i norske husholdninger, og 80-90 prosent av husholdningene eide denne typen utstyr (se figurer i Halvorsen m.fl. 1999 for detaljer). Av den grunn er det vanskelig å isolere elektrisitetsforbruket til slike apparater i de årlige estimeringene på grunn av for liten variasjon mellom husholdningene med hensyn til beholdningen av apparater og høy samvariasjon mellom ulike typer utstyr, noe som har resultert i ustabile og ikke signifikante estimater. For andelen av husholdningene som eier oppvaskmaskin og tørketrommel er derimot variasjonen mellom husholdningene tilstrekkelig for identifikasjon. I 1974 eide kun om lag 7 prosent av husholdningene en oppvaskmaskin, mens denne andelen var steget til om lag 70 prosent i 1995. For tørketrommel har vi data tilbake til 1986, og andelen som eide en tørketrommel var da om lag 25 prosent økende til 50 prosent i 1995. Estimatenes for disse to apparatene er derfor langt mer stabile og signifikante. Av den grunn skal vi i dette avsnittet *kun* se på utviklingen i elektrisitetsforbruket til oppvaskmaskiner og tørketromler.

Figur 7. Beregnet utvikling i elektrisitetsforbruk til oppvaskmaskin og tørketrommel, 1976-93. kWh

Kilde: Statistisk sentralbyrå.

Figur 6 viser utviklingen i beregnet elektrisitetsforbruk pr. oppvaskmaskin og tørketrommel for husholdningene i forbruksundersøkelsene. Tallene er hentet fra de årlige estimeringene, og viser utviklingen i de estimerte koeffisientene for hvert av apparatene med tilhørende lineære trendlinjer. Vi ser av figuren at koeffisientene for beholdningen av oppvaskmaskin er relativt høye og har en klar synkende trend. Koeffisientene antyder at en oppvaskmaskin brukte i gjennomsnitt om lag 3 800 kWh i 1976 og 1 700 kWh i 1993. Koeffisientene for tørketrommel er lavere og mer konstant over tid.

Forbruket av elektrisitet til husholdningsapparater avhenger av apparatets effektforbruk (kW) og brukstid (timer pr. år). Det kraftige fallet i elektrisitetsforbruket til oppvaskmaskiner kan ha flere årsaker. For det første kan det skyldes økt energieffektivitet, siden effektforbruket til en oppvaskmaskin har sunket i perioden (se Olje- og energidepartementet, 1998), bl.a. som følge av redusert vannforbruk. Videre kan brukstiden pr. oppvaskmaskin ha sunket i løpet av perioden av to årsaker. For det første var oppvaskmaskiner relativt dyre på 1970-tallet,⁵ og det er grunn til å tro at husholdninger som gikk til anskaffelse av slike maskiner var relativt store husholdninger med stort oppvaskbehov. Etter hvert som prisen på oppvaskmaskiner sank og gjennomsnittsinntekten økte (korrigert for inflasjon), har sannsynligvis også bruksfrekvensen blitt redusert ettersom mindre og mer marginale husholdninger har gått til anskaffelse av oppvaskmaskiner. For det andre er oppvasktiden stadig redusert på nye maskiner.

Beholdningen av apparater i husholdningene består av både gammel og ny teknologi fordi apparatene kan ha relativt lang teknisk levetid. En gjennomsnittlig oppvaskmaskin i husholdningene vil derfor ha større effektbehov og lenger brukstid enn en ny maskin. Dette kan være årsaken til at våre estimater for elektrisitetsbruk til oppvaskmaskin ligger over andre anslag, hvor man baserer anslagene på ny teknologi.⁶ Vi minner også om at det er knyttet usikker-

het til de estimerte koeffisientene i figur 6, og at anslagene kan være noe høye på grunn av en mulig korrelasjon mellom beholdningen av oppvaskmaskiner og utelatte elektriske husholdningsapparater som f.eks. mikrobølgeovner. Det har ikke skjedd store endringer i elektrisitetsforbruket til en gjennomsnittlig tørketrommel i husholdningene fra 1986 til 1993. Årsaken til at vi ikke ser noen fallende trend i elektrisitetsforbruket til tørketrommel kan skyldes at de brukes mer (i flere timer) enn tidligere, og at nye og mer energiintensive tromler (f.eks. kondensatortromler) oppveier effekten av redusert pris og mer effektiv teknologi.

Som vist i figur 4 har det i denne perioden vært en markert økning i andelen av husholdningene som eier enten tørketrommel og/eller oppvaskmaskin. Det vil føre til at selv om elektrisitetsforbruket pr. apparat har sunket eller vært stabilt, vil det gjennomsnittlige forbruket til slike apparater øke. Dette har vi korrigert for i figur 7, hvor vi har plottet gjennomsnittlig elektrisitetsforbruk pr. husholdning til oppvaskmaskiner og tørketromler med tilhørende lineære trendlinjer. Det gjennomsnittlige elektrisitetsforbruket er framkommet ved å multiplisere elektrisitetsforbruket pr. husholdningsapparat med gjennomsnittlig antall apparater i husholdningene.

Gjennomsnittlig elektrisitetsforbruk til tørketromler har steget med om lag 7,6 prosent pr. år målt langs trendlinjen, mens gjennomsnittlig elektrisitetsforbruk til oppvaskmaskin har steget med 7,8 prosent pr. år. Andelen av elektrisitetsforbruket i en gjennomsnittlig husholdning som skyldes bruk av oppvaskmaskin, dvs. tallene i figur 7 dividert på gjennomsnittlig elektrisitetsforbruk i hvert år, har økt fra 2,4 prosent i 1976 til 5,6 prosent i 1993 målt langs en lineær trend. For tørketrommel har denne andelen økt fra 1,9 prosent i 1986 til 3,0 prosent i 1993.

Beregnet totalt elektrisitetsforbruk til oppvaskmaskin og tørketrommel summert over alle husholdninger i Norge økte fra om lag 1,7 TWh i 1986 til 2,8 TWh i 1993. Målt som andel av totalt elektrisitetsforbruk i husholdningene økte elektrisitetsforbruket til oppvaskmaskin og tørketrommel fra 7,6 prosent i 1986 til 10 prosent i 1993. Totalt elektrisitetsforbruk til oppvaskmaskin og tørketrommel steg med om lag 9,1 prosent pr. år i perioden 1986 til 1993. Den beregnede veksten i bruk av elektrisitet til tørketrommel og oppvaskmaskin var dermed nesten 3 ganger så høy som veksten i det totale beregnede elektrisitetsforbruket i figur 1.

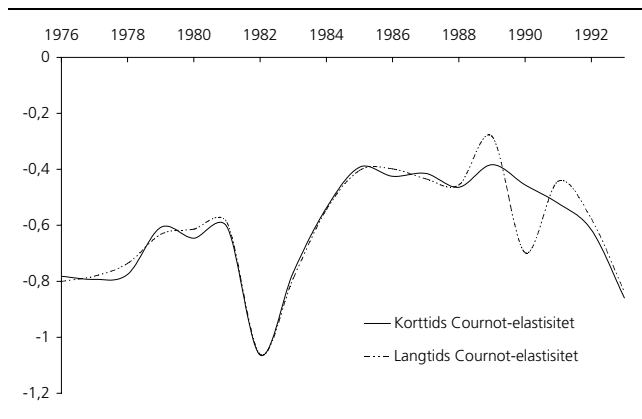
Utviklingen i pris- og inntektselastisiteter over tid

På samme måte som for de estimerte effektene av beholdningen husholdningsapparater vil det være knyttet årgangseffekter til pris- og inntektskoeffisientene gjennom perioden. Årsaken er at endringer i utstyrsbeholdningen vil kunne påvirke hvor pris- og inntektsfølsom husholdningenes etterspørsel etter elektrisitet er, også på kort sikt. Videre

5 Se figur 5.26 og C6 i Halvorsen m.fl. (1999) for en oversikt over utviklingen i priser på hvitevarer i denne perioden.

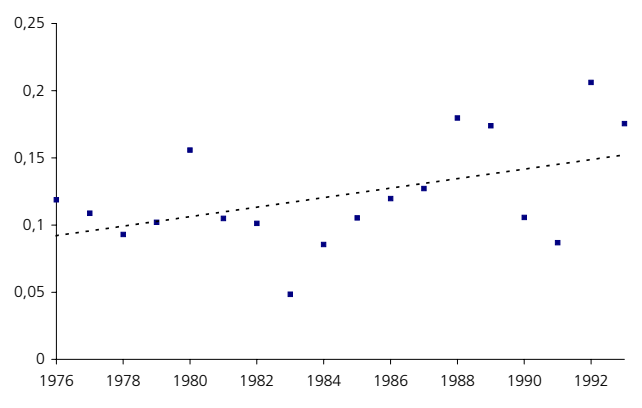
6 Se f.eks. figur 7.14 i Olje- og energidepartementet (1998).

Figur 8. Kortsiktige og langsiktige priselastisiteter (Cournot-elastisiteter) for husholdningenes elektrisitetsforbruk, 1976-93



Kilde: Statistisk sentralbyrå.

Figur 9. Inntektselastisiteter (Engel-elastisiteter) for husholdningenes elektrisitetsforbruk, 1976-93



Kilde: Statistisk sentralbyrå.

kan pris- og inntektsfølsomheten avhenge av forhold som ikke fanges opp i disse estimeringene, som f.eks. offentlige energieffektiviseringskampanjer.

I hvor stor grad elektrisitetsforbruket påvirkes av endringer i pris og inntekt uttrykkes best ved pris- og inntektselastisiteter, dvs. hvor mange prosent elektrisitetsforbruket endres når henholdsvis elektrisitetspris og inntekt endres med én prosent. Figur 8 viser utviklingen i langtid- og korttidspiselastisitetene for husholdningenes elektrisitetskonsum for perioden 1976-1993. Den langsiktige priselastisiteten inneholder, i tillegg til den kortsiktige, effekten av muligheten for å tilpasse utstyrsbeholdningen ved endringer i elektrisitetsprisen.

Priselastisiteten for elektrisitet varierer en del over perioden vi har studert, men elektrisitetsforbruket er relativt priselastisk. Figuren viser at når elektrisitetsprisen øker med

én prosent reduseres elektrisitetsforbruket med mellom 0,4 og 0,8 prosent. I gjennomsnitt for hele perioden viser våre resultater at elektrisitetsforbruket reduseres med 4 prosent når elektrisitetsprisen øker med 10 prosent.

Det er ingen signifikant forskjell mellom den kortsiktige og langsiktige priselastisiteten, og det er heller ingen klar trend i utviklingen i priselastisiteten i perioden 1976-93. Årsaken til at kortids- og langtidselastisitetene er tilnærmet like er at endringer i elektrisitetspris påvirker investeringene i husholdningsapparater kun i liten grad. Derfor vil den langsiktige priselastisiteten domineres av de kortsiktige effektene.⁷

Utviklingen i inntektselastisiteten er vist i figur 9. Vi ser at elektrisitetsforbruket påvirkes relativt lite av endringer i inntekt.⁸ Når inntekten endres med én prosent, endres elektrisitetsforbruket med om lag 0,13 prosent i gjennomsnitt for perioden 1976-93. Det innebærer at forskjellen i elektrisitetsforbruk mellom fattige og rike husholdninger er relativt liten, siden økninger i inntekt i liten grad brukes til økt elektrisitetsforbruk. I motsetning til priselastisitetene vokser inntektselastisiteten over tid. Årsaken er at budsjettandelen til elektrisitet synker over tid, og at den estimerte koeffisienten vokser når det gjennomsnittlige inntektsnivået i husholdningene øker. Målt langs en lineær trend vokser inntektselastisiteten fra om lag 0,09 til om lag 0,15.

Resultatene fra denne analysen tyder på at elektrisitetsforbruket varierer lite med inntekt. Derfor vil en eventuell økning i elektrisitetsavgiften påvirke lavinntekts- og høyinntekts-husholdninger tilnærmet like hardt målt i økt utgift til elektrisitet. Lavinntekts-husholdninger rammes derimot relativt hardere av en kroners økning i elektrisitetsutgiften enn rike husholdninger, fordi elektrisitet utgjør en større andel av budsjettet til disse husholdningene. Siden budsjettet generelt er strammere for husholdninger med lave og midlere inntekter, vil en økt avgift i større grad enn for rike redusere forbruket av andre nødvendighetsgoder.

Konklusjoner og avsluttende bemerkninger

Husholdningenes elektrisitetsforbruk har økt i gjennomsnitt med om lag 3 prosent pr. år i tyve-års perioden vi har studert. I underkant av halvparten av denne økningen skyldes at antallet husholdninger har økt. Resten skyldes at gjennomsnittsforbruket pr. husholdning har økt. Det er flere faktorer som trekker i retning av en økning i det gjennomsnittlige elektrisitetsforbruket pr. husholdning. Blant annet tar stadig flere husholdninger i bruk elektriske husholdningsapparater som tørketromler og oppvaskmaskiner, husholdningsinntekten målt i faste kroner har gått opp og boligarealet har økt.

⁷ Se Halvorsen og Larsen (1999) for en teoretisk utledning og av elastisitetene og for en nærmere diskusjon av kortids- og langtidseffektene på husholdningenes elektrisitetsforbruk av en endring i elektrisitetsprisen. Se f.eks. Rødseth (1997) for mer informasjon om tolkninger av inntekts- og priselastisiteter.

⁸ Dette er nettoeffekten av inntekt på elektrisitetsforbruket, dvs. når vi har korrigert for at inntekt også kan virke gjennom bl.a. boligareal og kjøp av utstyr.

Videre finner vi at elektrisitetsforbruket varierer relativt lite mellom fattige og rike husholdninger, og at endringer i elektrisitetsprisen påvirker elektrisitetsforbruket relativt mye. En økning i avgiftene på elektrisitet vil dermed ha to hovedeffekter. For det første indikerer en relativt høy prisfølsomhet at en avgiftsøkning vil redusere etterspurt kvantum i relativt omfattende grad. Slike virkemidler har imidlertid også fordelingseffekter, og en proporsjonal endring i elektrisitetsavgiften vil kunne få uheldige konsekvenser for inntektsfordelingen på grunn av den lave inntektselastisiteten. Resultatene viser en stigende trend i inntektselastisiteten over perioden, men den er fremdeles så lav at en økning i avgiften vil få klare negative fordelingsmessige konsekvenser.

Data

Dataene som benyttes som grunnlag for analysene i denne artikkelen er hentet fra fem ulike datakilder. Hoveddatakilden, som inneholder forbruksdata på husholdningsnivå, er Statistisk sentralbyrås forbruksundersøkelser. Forbruksundersøkelsene er basert på utvalg av norske husholdninger trukket på grunnlag av Statistisk sentralbyrås utvalgsplan. Undersøkelsene har foregått kontinuerlig fra 1. januar 1973 og fram til i dag, med løpende registreringer av disse husholdningenes kjøp av alle typer varer og tjenester klassifisert i 673 ulike godegrupper. Det årlige nettutvalget er på mellom 900 og 1 400 husholdninger. Alle husholdningene fører regnskap over sine utgifter ved innkjøp av forbrugsgoder i løpet av 2-ukers perioder som er spredt utover året. I tillegg blir de intervjuet om utgifter til blant annet varige konsumgoder, elektrisitet og brensel i løpet av de siste 12 måneder. I disse intervjuene blir det også registrert ulike karakteristika ved husholdningen, som f.eks. areal og byggeår for boligen, hustype, kjønn, alder og status på arbeidsmarkedet til alle medlemmene av husholdningen. I forbruksundersøkelsen registreres årlige utgifter til elektrisitet i husholdningen, og ikke forbruket i kWh. Vi har derfor beregnet elektrisitetsforbruket (målt i kWh) ved å dividere husholdningens årlige utgift til elektrisitet på elektrisitetsprisen, hvor elektrisitetsprisen for alle husholdninger i samme kommune er antatt å være den samme.

I forbruksundersøkelsen mangler det informasjon om enkelte variable som er viktige for å beskrive husholdningenes etterspørsel etter elektrisitet, blant annet informasjon om priser og utetemperatur. Denne informasjonen er derfor skaffet fra andre datakilder. Opplysninger om inntekt for alle medlemmene i husholdningen er koblet på forbruksundersøkelsen fra Statistisk sentralbyrås skattestatistikk. Skattestatistikken er etablert på grunnlag av Skattedirektoratets ligningsregister. Videre har vi brukt informasjon om elektrisitetspriser for de enkelte elektrisitetsverk fra Norges vassdrags- og energidirektorat, månedlige temperaturdata for alle kommunene i forbruksundersøkelsen fra Det norske meteorologiske institutt og filer med informasjon om regionale priser på varer og tjenester fra grunnlagsdataene til beregning av konsumprisindeksen. Hver årgang av data fra 1974 til 1995 er koblet sammen og kontrollert for eventuelle feil.

For en mer detaljert beskrivelse av dataene som er brukt, se Halvorsen m.fl. (1999). For mer informasjon om Statistisk sentralbyrås forbruksundersøkelser, se Statistisk sentralbyrå (1996).

Referanser

- Belsby, L. (1995): Forbruksundersøkelsen. Vektmetoder, frafallskorrigerende og intervjuer-effekt, Notater 95/18, Statistisk sentralbyrå.
- Bøeng, A.C. og R. Nesbakken (1999): *Energibruk til stasjonære og mobile formål per husholdning 1993, 1994 og 1995. Gjennomsnittstall basert på forbruksundersøkelsen*, kommer i serien Rapporter, Statistisk sentralbyrå.
- Djupskås, O.T. og R. Nesbakken (1995): *Energiforbruk i husholdningene 1993. Data fra forbruksundersøkelsen*, Rapporter 95/10, Statistisk sentralbyrå.
- Finans- og tolldepartementet (1998): Nasjonalbudsjettet 1999, St. meld. nr. 1 (1998-99).
- Halvorsen, B. og B.M. Larsen (1999): "Changes in the Pattern of Household Electricity Demand over Time", Discussion Papers 255, Statistisk sentralbyrå.
- Halvorsen, B., B.M. Larsen og R. Nesbakken (1999): *Energibruk i husholdningene 1974- 1995. En dokumentasjon av mikrodata etablert for økonometriske formål innenfor prosjektet "Fleksibel energibruk i husholdningene"*, Rapporter 99/8, Statistisk sentralbyrå.
- Hem, K.-G. (1983): *Energiundersøkelsen 1980*, Rapporter 83/12, Statistisk sentralbyrå.
- Ibenholt, K. og J. Aasness (1999): *Indikatorer for bærekraftig forbruk - data, modellverktøy og analyseopplegg*, kommer i serien Rapporter, Statistisk sentralbyrå.
- Ljones, A. (1984): *Energiundersøkelsen 1983. Om energibruk og energiøkonomisering i private husholdninger*, Rapporter 84/20, Statistisk sentralbyrå.
- Ljones, A., R. Nesbakken, S. Sandbakken, A. Aaheim (1992): *Energibruk i husholdningene. Energiundersøkelsen 1990*, Rapporter 92/2, Statistisk sentralbyrå.
- Olje- og energidepartementet (1998): *Energi- og kraftbalansen mot 2020*, NOU 1998:11.
- Rødseth, A. (1997): *Konsumentteori*, Universitetsforlaget AS.
- Statistisk sentralbyrå (1996): *Forbruksundersøkelsen 1992-1994*, NOS C 317.
- Aasness, J. (1998): Fordelingsvirkninger av elektrisitetsavgifter, i Olje- og energidepartementet (1998), vedlegg 2.